



**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



6
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.К. – иқтисод фанлари доктори (DSc), профессор (ТКТИ)

ПАРДАЕВА М.Д. – БухДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори, фалсафа фанлари доктори (DSc)

ХОЖИЕВ А.Х. – ўқув ишлари бўйича проректор, техника ф.ф.д. (PhD)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), профессор, ЎзРФА УНКИ

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАХМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

ГАФУРОВ К.Х. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙДАРОВ А.А. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЖЎРАЕВ Ф.Ў. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МУРАДОВА Ф.Р. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

БОБОЕВ А.Ч. – иқтисодиёт фанлари номзоди, профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ҲАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

РАҲМАТОВ Ш.А. – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

ОЧИЛОВ А.Р. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЎРИНОВ У.А. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ПЎЛАТОВА С.У. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

САМИЕВА Ш.Х. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ТЕШАЕВ М.Х. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙТОВ В.У. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ХОЖИЕВ Ш.М. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ХАЙИТОВ Ш.Н. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ЗОИРОВ Э.Х. – фалсафа фанлари доктори (DSc), доцент

НАРЗИЕВ М.С. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

НАМАЗОВА Н.Дж. – иқтисодиёт фанлари б.ф.д. (PhD), доцент

Бош муҳаррир: ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар: Артикова М.М., Истамова Г.Х.

Мусахҳиҳ: Баракаева Д.Ф.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий наشرлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев

кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат

техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<http://journal.bstu.uz>

сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас.

Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Яхяев Н.Ш. Эксплуатация нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами....	5
Назаралиева Н. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини яхшилашда секцияларга ажратиш истиқболлари.....	12
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.....	17
Urinov A.A. Magistral quvurlari himoya qoplamalarini modifikatsiyalashda uglevodorod xomashyosi va bitum piroliz chiqindilarini qo'llash salohiyati.....	21
Норбоев О.Н., Улжаев Э. Расчет основного параметра емкостного датчика.....	25
Tog'aymurodov S.Z, Rasulova B.I. Yuklama tokining o'zgarishini transformatorlarning ichki izolyatsiyasiga bog'liqligini tekshirish.....	30
Berdiyev D.M., Komilova G.M. Shtamp asboblarning termik ishlov berish harorat rejimlarini optimallashtirish.....	34
Зокирова Д.А. Свободных и вынужденных колебаний на установке - ТМ 155.....	38
Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X. Metall konstruksiyalar.....	42
Shukrullayev J.O., Jo'rayev X.F. Barabanli quritgichda gidrodinamik rejimlarini nazariy tadqiq qilish.....	51
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Беккулов Дж.Ш. Адаптивный виртуальный анализатор на основе метода “движущегося окна”, предназначенный для определения и анализа качественных показателей хлорида калия в режиме реального времени, постоянно адаптирующий свой алгоритм работы на основе последних данных.....	56
Mahmudov G'B., Ravshanov F.A., Qalandarov A.F. Sianlash jarayonida ionsektiv elektrodi usuli yordamida sian konsentratsiyasini o'lchash aniqligini oshirish.....	63
Obidov H.O. Gazni qayta ishlash zavodlarida turli xildagi absorbentlarning tahlili va jihoz, qurilmalarning korroziyalanishini oldini olish.....	72
Tilloeva Sh., Sharipov K. Improvement of the demercaptanization process based on kerosene production technology.....	77
Jo'rayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoev E.X. Sintez qilib olingan 1-(defenilamino)butanon-2 ning xromato-mass spektri tahlili.....	81
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж. Риформинг жараёни учун янги авлод катализаторини танлаш.....	85
Сафаров Ё.Т., Гуро В.П., Расулова С.Н., Рузиев У.Н., Абдуллаев Ф.Р., Асадов А.И. Совершенствование технологии получения высокочистого вольфрамового ангидрида.....	90
Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F. Neft va gaz quduqlarining mahsuldorligini oshirish uchun tarkibi yaxshilangan kislota eritmasini olish.....	95
Фозилов Ҳ.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Этил спирти куб қолдиғи сивуш мойи асосида дизел ёқилғилари учун мойловчи ва едирилишга қарши присадкаларни олиш.....	100
Ranoyev E.R., Do'stov H.B., Nurnazirova G.D. Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi mazut xomashyosining fizik – kimyoviy tahlili va undan moy va koks olish jarayonini tahlil qilish.....	107
Soatov B.Sh., Xasanov A.S., Hakimov K.J., Muhammadiyev E.M. Xondiza polimetall ma'danlarining kollektiv-selektiv flotatsiyasini optimallashtirish va mis boyitmasini ajratib olishning samaradorligini oshirish	113
Ниезов С.А., Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Махмудов.Р.А., Худойбердиев Ф.И. Калий хлориди ва натрий гипохлорит конверсияси асосида калий хлоратини олиш.....	119
Savriyev M.S., Do'stov H.B., Tilloyev L.I. Unconverted oil (uco) ning kimyoviy tarkibini gaz xromatografiya–mass-spektrometriya yordamida tahlil qilish.....	127

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Qo'ziyev Z.E. Quyosh fotoelektr panellarining asosiy parametrlarini tahlili va modellari.....	134
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Konveyer elektr yuritmalarida garmonik buzilishlarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta'sirini baholash texnologiyalari..	139
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Neft va gaz sanoatida energiya samaradorlikka ta'sir etuvchi omillar va energiya samaradorlikni oshirish imkoniyatlari.....	146
Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях цифровой трансформации	150
Гафуров К.Х., Рахманов Ш.Б. Механизм влияния низкочастотного электрического поля на процесс сушки плодов (обзор).....	157
Ахмедов Х.И. Комплексное исследование химического состава, морфологии и эксплуатационных характеристик белых высокохромистых чугунов.....	161
Sayfiddinov Q.E. Ikki rotorli shamol turbinasini matlab/simulink tizimida modellashtirish va optimal parametrlarini aniqlash.....	168
Tovboyev A.N. Elektr tarmoqlarida ko'ndalang kompensatsiya tizimining funksional tahlili.....	174
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Gravitatsion girdobli mikroges konussimon havzasining maqbul konstruksiyasini asoslash orqali energiya samaradorligini oshirish.....	180
Maxmudov B.M. Key factors in selecting drying process parameters and their impact on product quality and energy efficiency.....	189
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Тураев Х.С. Повышение надёжности и безопасности сложных технологических процессов с использованием принципов условной обратной связи.....	196
Sobirov M.N. Intelektual qurilmalarning internet tarmog'i (internet of things) ga asoslangan oziq - ovqat ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarining umumiy modelini ishlab chiqish...	204
Sultonov S. Mathematical modeling of the output power of a mobile power plant with a garland turbine.....	212
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish.....	218
Абдуллаева Г.У., Курбанов М.Т. Влияние лекарственных растений и их смеси на микро-биологические показатели комбикормов при хранении.....	226
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini ultratovushli maydonida jadallashtirish.....	232
Kuliyeva N.G'., Sharipov N.Z. Qovoq mag'zini quritish jarayonini ultratovush ta'sirida jadallashtirishning nazariy asoslari.....	236
Кабулов Н.А., Сабиров У.К., Окилов А.К. Машинное зрение для автоматизации контроля качества продукции.....	242
Садуллаев С.Х., Шахридинов Ф.Ф. Сравнительный анализ аминокислотного состава белков, полученных из местного зерна тритикале для помола хлебопекарной муки.....	245
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Темирова Г.И. Табiiй мўйна хом ашёсининг физик-механик хусусиятларини иқтисодий харажатларга таъсирларини ўрганиш усуллари.....	253
Темирова Г.И. Аёллар устки кийими тайёрлашда фойдаланиладиган табiiй мўйна пакетининг физик-механик хоссалари.....	259

Uzoqova L.P. Tabiiy va sintetik charmlardan tayyorlangan ustki poyabzallarning shaklbardoshligini oshirish uchun shakllantirish rejimlarini ilmiy asoslash.....	264
Mirzaboyev J.B. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida olingan ip sifat ko'rsatkichlarini tahlili.....	269
To'xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O'smirlar modasi talablari asosida antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko'rsatkichlarini baholash.....	275
Azimova G.A., Kadirova D.N. Jun aralash tarkibli kiyimbop to'qimalarning texnologik ko'rsatkichlari tadqiqi.....	281
Gaybullayeva N.Z. Zamonaviy maxsus ish kiyimlari uchun innovatsion matolarning xususiyatlari va qo'llanilishi.....	285
Abduraxmanova F.A. Bikr qobiq yordamida poyabzal maketini barpo etish usullari.....	291
Uzoqova L.P. Poyabzal ishlab chiqarishda bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'sirining ilmiy tahlili.....	296
Ихтиярова Г.А., Рахматова Г.Н., Асадова С.С. Исследования техники мокрого валяния - нунофелтинг на различных шелковых тканях.....	301
Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Модульное проектирование одежды как основа ресурсосбережения.....	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Ikki qatlamli ko'ylakbop matoning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uslublari.....	315
Kadirova D.N., Azimova G.A. Kiyimbop to'qimalarning tolaviy tarkibini aniqlash.....	320
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифатини баҳолаш.....	324
Xodjayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar uchun maxsus kiyim yaratishda o'tkazilgan tajribalarni matematik rejalashtirish va ratsional qiymatlarini aniqlash.....	329
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Turli o'rilishli ikki qatlamli ko'ylakbop matolar olish texnologiyasini ishlab chiqish.....	336
Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С., Хамраева С.А. Ипларнинг узиш кучини аниқлаш усулини такомиллаштириш.....	342
Turdiyev B.E. Chigit shikastlanishini kamaytirish tajriba-sinov natijalari.....	345
Avezov M.F., Kuliyeva D.R. Yengil sanoat sohasida bazalt tolali matolardan foydalanishning ilmiy-asosiy tahlili.....	350
Musayev S.S., Qodirov T.J. Maxsus poyabzal tagligi uchun etilen propilen kauchuk va polipropilen asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalarning mexanik xossalarini tadqiq etish.....	353
Muxammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imlari shikastlangan bemorlar uchun ilmiy asoslangan ortopedik poyabzal konstruksiyasini ishlab chiqish.....	360
Fayziyev S.H., Ibodullayev O.O. Paxta tozalash mashinasini yangi konstruktsiyasini ishlab chiqish.....	365
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР	
Burxonov Z.A. Kutubxonada ish jarayonida avtomatlashtirilgan intellektual dezinfektsiyalovchi qurilmani ishlab chiqish.....	372
Xolova Sh.A. Effectiveness of implementing internet of things devices in occupational safety: real time monitoring approach.....	377
Мухамедбаев Аг.А. Легкий пористый заполнитель автоклавного генезиса.....	381
Gadoeva O.P. Bazalt asosidagi yangi qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalari.....	388
ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ	
Xaitov R.A., Axmedova M.B., G'ulomov I.G'. Ikkilamchi xomashyolaridan foydalanib ekologik toza qurilish materiallari ishlab chiqarish	394

Xaitov R.A., Axmedova M.B., Xalikova N.S. O‘simlik xomashyolaridan foydalanib ekologik toza mahsulot yetishtirish usullari.....	399
Pirimov R.R., Juraqulov A.X. Buxoro viloyati hududida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari.....	403
Yunusova G. R., Nabiyev A.A., Ro‘ziyev I.X. Chiqindi suvlar tarkibidagi AL, GA, TL ionlarini aniqlash usullari.....	411
Yaminov F.F., Obidov H.O. Oltingugurt-ishqorli oqova suvlarni tozalashning kimyoviy va kompleks usullari.....	417

3. AI Predictive Modeling in Industry. — Tokyo: [nashriyot], 2021. — 201 b.
4. Siemens AG. PLC Automation Manual. — Berlin: Siemens Press, 2022. — 188 b.
5. Methodology of Industrial Research. — New York: Springer, 2022. — 111 b.
6. Dziki, D.; Laskowski, J. Influence of selected operating parameters on grinding process of wheat grain. *Agric. Eng.* 2005, 9, 25–32.
7. Schönleber, T.; Pahl, S.; Baumeister, J. Energy efficiency in feed processing: A case study on hammer mills. *Agric. Energy Environ. Technol.* 2022, 14, 115–127.
8. Frost, J.; Sullivan, L.; Bickerton, S. Energy consumption analysis in feed mills. *Feed Mill Technol.* 2018, 17, 45–54.
9. Turnbull, J.; Rothwell, J. Energy optimization in animal feed manufacturing. *Int. Feed Ind. J.* 2020, 12, 123–135.
10. Bitra, V.; Womac, A.; Yang, Y. Energy requirements for size reduction of wheat straw using a 1.6-mm hammer mill screen size. *Trans. ASABE* 2009, 52, 1515–1523.
11. Wang, Y.; Womac, A.; Igathinathane, C. Biomass grinding machine performance evaluation. *Ind. Crops Prod.* 2013, 46, 294–300.
12. Castellanos, A.; Bravo, M.; Pérez, J. Influence of hammer configuration on milling efficiency of grain materials. *J. Agric. Mach. Sci.* 2019, 15, 76–84.
13. Bond, F. Crushing and Grinding Calculations Part I–II. *Br. Chem. Eng.* 1961, 6, 378–385.
14. Rittinger, P. Laws of comminution. *Chem. Eng. J.* 1867, 3, 67–71.
15. Miu, P.; Bühlmann, A. Theoretical energy efficiency of size reduction processes. *Agric. Eng. Int.* 2014, 20, 15–22.

UDC:621.311

MATHEMATICAL MODELING OF THE OUTPUT POWER OF A MOBILE POWER PLANT WITH A GARLAND TURBINE

Sultonov S.

Namangan state technical university.

Abstract. In this study, three key factors influencing the performance of free-flow and low-pressure micro-hydropower water wheels—wheel length, water velocity, and number of blades—were identified through theoretical analysis. The variation ranges of these factors were determined, and corresponding experiments were performed. The reproducibility of the experimental data was verified using the Cochran criterion. The significance of the regression equation coefficients, as well as the adequacy of the mathematical model and the response function, were evaluated using the Student's *t*-test and Fisher's *F*-test.

Key words: active power, water velocity, regression equation coefficients, mathematical model, water wheel, micro hydropower plant.

GIRLYAND TURBINALI MOBIL ELEKTR STANSIYANING CHIQISH QUVVATINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Sultonov S.

Namangan davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda erkin oqimli va past bosimli mikroGESlar uchun gidrog'ildirakning ishlash samaradorligiga ta'sir qiluvchi uchta asosiy omil: g'ildirak uzunligi, suv tezligi va parraklar soni nazariy tahlil asosida aniqlangan. Ushbu parametrlarning o'zgarish diapazonlari belgilandi va tegishli eksperimental tajribalar o'tkazildi. Olingan eksperimental ma'lumotlarning takrorlanuvchanligi Koxren mezonni yordamida tasdiqlandi. Regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarining ahamiyati, shuningdek, ishlab chiqilgan matematik model va javob funksiyasining adekvatligi Student mezonni va Fisher mezonni orqali baholandi. Natijalar girlyand mobil mikroGESlar turbinali konstruktiv va ishlash parametrlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: aktiv quvvat, suv oqimi tezligi, regressiya koeffitsiyentlari, matematik model, gidrog'ildirak, mikroGES.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ МОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ГИРЛЯНДНОЙ ТУРБИНОЙ

Султанов С.

Наманганский государственный технический университет.

Аннотация. В данном исследовании на основе теоретического анализа выявлены три основных фактора, влияющих на работу свободнопоточных и низконапорных микрогидроэнергетических водяных колёс: длина колеса, скорость потока воды и количество лопастей. Были определены диапазоны изменения этих параметров и проведены соответствующие экспериментальные исследования. Воспроизводимость экспериментальных данных подтверждена с использованием критерия Кохрена. Значимость коэффициентов регрессионного уравнения, а также адекватность математической модели и функции отклика оценены с применением критерия Стьюдента и критерия Фишера. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации конструктивных и эксплуатационных параметров гирляндных микрогидроэлектростанция мобильного типа.

Ключевые слова: активная мощность, скорость потока воды, коэффициенты регрессии, математическая модель, водяное колесо, микрогидроэлектростанция.

Introduction. In this study, the factors influencing the use of garland-type microhydroelectric power plants in agricultural electricity supply were selected as follows: water wheel length (x_1), water flow velocity (x_2), and the number of blades on the water wheel (x_3). The variation in the water-contact surface of the wheel depends on its height and length. Because the streams in the foothill regions have relatively shallow water levels, the outer diameter of the water wheel cannot be altered; therefore, only the wheel length was varied. The water flow velocity changes depending on the required output power. The number of blades directly affects both the power output and the rotational speed of the wheel. Based on the results of preliminary experiments, and considering that the response function is nonlinear within the investigated experimental region, the experimental design was developed according to Hartley's plan [1-7].

Materials and methods. The factors influencing the process of electricity generation from micro hydropower plants and their change intervals and levels (table 1).

Table 1. Intervals and levels of factor modification

Factors	X_1 , m	X_2 , m/s	X_3 , piece
Base level X_{i0} ($x_{i0}=0$)	1.5	2.5	9
Change interval DX_i	0.5	0.5	3
Low Level X_{ip} ($x_{ip}=-1$)	1	2	6
High level X_{iy} ($x_{iy}=+1$)	2	3	12

The Hartley's plans spectrum matrix is presented in (table 2). Table 2 shows the results of the experiment (y_{g1} , y_{g2} , y_{g3}) and the average value and variances of m parallel experiments are calculated using the following expressions:

$$\bar{y}_g = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_{gi} \quad (1)$$

$$S_g^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_{gi} - \bar{y}_g)^2 \quad (2)$$

$q=0.05$ We calculate the expression of the experiment for $q=0.05$ according to the following expression according to the Koxren criterion:

$$G = \frac{\max_g S_g^2}{\sum_{g=1}^{11} S_g^2} = \frac{76}{326.66} = 0.2326 < G_{1-q}(v_1 = 2, v_2 = 11) = 0.3924$$

This value does not contradict the results of the observation of the response under the hypothesis of the repetition of the experiment.

Table 2. Hartley's plan matrix and experiment results

g	<i>f</i> matrix of basic functions										y_{g1}	y_{g2}	y_{g3}	$\bar{y}_g$	S_g^2	$\hat{y}_g$
	$f_0(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_5(x)$	$f_6(x)$	$f_8(x)$	$f_{11}(x)$	$f_{12}(x)$	$f_{13}(x)$						
	1	x_1	x_2	x_3	$x_1 \cdot x_2$	$x_1 \cdot x_3$	$x_2 \cdot x_3$	x_1^2	x_2^2	x_3^2						
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	100	104	94	102	25	102
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	200	190	205	198	58	201
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	340	334	337	337	9	338
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	361	355	365	360	25	359
9	-1	0	0	0	0	0	+1	0	0	-1	392	390	376	386	76	385
10	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	+1	450	445	447	447	6	449
11	0	-1	0	0	0	0	0	+1	0	0	410	417	420	416	26	417
12	0	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	460	465	463	463	6	462
13	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	350	354	348	351	9	349
14	0	0	+1	0	0	0	0	0	1	0	300	293	303	299	26	297
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	385	370	378	58	380

At $n=3$, the Hartley plan is symmetric, so we determine the moments of the plan by the following expressions:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_2 &= \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N (x_i^2)_g, \quad i = 1..n; \\ \lambda_3 &= \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N (x_i^2 x_j^2)_g, \quad i, j = 1..n; \quad i \neq j; \\ \lambda_4 &= \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N (x_i^4)_g, \quad i = 1..n. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Based on the above expression, we calculate plan moments: $\lambda_2 = \lambda_4 = 0.54545$, $\lambda_3 = 0.45454$

We determine the constants according to the Hartley plan using the following expressions:

$$a = \frac{n\lambda_2^2}{\lambda_4 + (n-1)\lambda_3 - n\lambda_2^2} + 1 \quad (4)$$

$$b = \frac{\lambda_2}{\lambda_4 + (n-1)\lambda_3 - n\lambda_2^2} \quad (5)$$

$$c = \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_3} \quad (6)$$

$$d = \frac{\lambda_3 - \lambda_2^2}{(\lambda_1 - \lambda_3)(\lambda_1 + (n-1)\lambda_3 - n\lambda_2^2)} \quad (7)$$

(4) – (7) we calculate constants from expressions: $a = 2.8947$; $b = 0.9705$; $c = 10.9998$; $d = 3.0734$.

We check the correctness of the calculated values of a , b , c , d using the following expressions:

$$a - nb\lambda_2 = 1 \quad (8)$$

$$b + (nd - c)\lambda_2 = 0 \quad (9)$$

$$b\lambda_2 + [d(n-1) - c]\lambda_3 + d\lambda_4 = 0 \quad (10)$$

We determine the regression coefficients using the following expressions:

$$b_0 = \frac{a}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g - \frac{b}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^N (x_i^2)_g \bar{y}_g \quad (11)$$

$$b_i = \frac{1}{\lambda_2 N} \sum_{g=1}^N (x_i)_g \bar{y}_g \quad (12)$$

$$b_{ij} = \frac{1}{\lambda_3 N} \sum_{g=1}^N (x_i x_j)_g \bar{y}_g \quad (13)$$

$$b_{ii} = \frac{C}{N} \sum_{g=1}^N (x_i^2)_g \bar{y}_g - \frac{d}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^N (x_i^2)_g \bar{y}_g - \frac{b}{N} \sum_{g=1}^N \bar{y}_g \quad (14)$$

We determine the value of the regression coefficients through the above expressions:
 $b_0 = 511.00714$; $b_1 = 30.5$; $b_2 = 74.33$; $b_3 = -21.16$; $b_{12} = -15$; $b_{13} = 79.8$; $b_{23} = 24.33$;
 $b_{11} = 988.387$; $b_{22} = 1020.8135$; $b_{33} = 55.8$.

Coefficient variances and correlation moments are determined using (15):

$$S^2(b_0) = \frac{a}{N} S^2\{\bar{y}\} \quad (15)$$

$$S^2\{b_i\} = (\lambda_2 \cdot N)^{-1} S^2\{\bar{y}\} \quad (16)$$

$$S^2\{b_{ij}\} = (\lambda_3 \cdot N)^{-1} S^2\{\bar{y}\} \quad (17)$$

$$S^2\{b_{ii}\} = \frac{C-d}{N} S^2\{\bar{y}\} \quad (18)$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{ii}\} = -\frac{b}{N} S^2\{\bar{y}\} \quad (19)$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_{ii}, b_{ij}\} = -\frac{d}{N} S^2\{\bar{y}\} \quad (20)$$

Determined repeat variance $S^2\{y\} = 29.696$ and mean variance $S^2\{\bar{y}\} = 9.898$ taking into account the values, we calculate variances and correlation moments:

$$S^2(b_0) = 2.6; S^2\{b_1\} = S^2\{b_2\} = S^2\{b_3\} = 1.6498; S^2\{b_{12}\} = S^2\{b_{13}\} = S^2\{b_{23}\} = 1.9798;$$

$$S^2\{b_{11}\} = S^2\{b_{22}\} = S^2\{b_{33}\} = 7.133$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{11}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{22}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_0, b_{33}\} = -0.8734$$

$$\hat{\mu}_{11}\{b_{11}, b_{22}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_{11}, b_{33}\} = \hat{\mu}_{11}\{b_{22}, b_{33}\} = -2.7658$$

t_j - The statistical significance of the regression coefficients in a regression model helps determine whether the independent variables have a statistically significant relationship with the dependent variable. Here's how to evaluate this:

$$t_i = \frac{|b_j|}{S\{b_j\}} \quad (21)$$

Using the above expression, we calculate the t_j criterion value for each coefficient.

$$t_0 = 196.166; \quad t_1 = 18.4867; \quad t_2 = 45.0551; \quad t_3 = 12.83; \quad t_4 = 7.5765; \quad t_5 = 40.3071; \\ t_6 = 12.2908; \quad t_7 = 138.565; \quad t_8 = 143.111; \quad t_9 = 119.977.$$

To check the significance of the regression coefficients, we compare the null hypothesis with the alternative value of the Student t-criterion using the following inequality:

$$t_j > t_{1-\frac{\alpha}{2}}(v = N(m-1)) \quad (22)$$

In our case $q = 0.05$ the value of the Student distribution for:
 $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(v = 11 \cdot 2 = 22) = 2.074$

Results and discussion. For all coefficients, the condition in expression (22) is fulfilled, which means that all coefficients are significant, and we get the mathematical model in the following form:

$$\hat{y}(x, b) = 272.23 + 26.63x_1 + 47.83x_2 + 19.87x_3 - 5.375x_1x_2 + 3.375x_1x_3 + 1.2917x_2x_3 - 33.22x_1^2 + 15.1x_2^2 - 0.72x_3^2 \quad (23)$$

(21) we present the values of the expression in Table 2.

The next stage in processing the experimental results is to test the hypothesis regarding the adequacy of the mathematical model and the response function. Following the regression analysis, this evaluation is performed by comparing the variance of the experimental data with the variance representing model adequacy.

The hypothesis concerning the homogeneity of these two variances — that is, whether the model adequately describes the experimental results — is tested using Fisher's criterion:

$$F = \frac{S_{resp.}^2}{S^2\{\bar{y}\}} \quad (24)$$

We calculate the degree of dispersion representation (reproducibility) using the following formula:

$$S^2\{\bar{y}\} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N S_g^2 = \frac{1}{N_1 + 2n + N_0} \sum_{g=1}^N S_g^2 = \frac{326.66667}{11} = 29.69697$$

We calculate the average variance as follows:

$$S^2\{\bar{y}\} = \frac{S^2\{\bar{y}\}}{m} = \frac{29.69697}{3} = 9.89899$$

Selected dispersion $S_{resp.}^2$ is calculated using the following formula:

$$S_{resp.}^2 = \frac{\sum_{g=1}^N \left(\bar{y}_g - \hat{y}_g \right)^2}{N - d} \quad (25)$$

Based on the value in the table, we calculate the selected variance:

$$S_{resp.}^2 = \frac{26.62173}{2} = 13.31087$$

$S_{resp.}^2 > S^2\{\bar{y}\}$ taking into account, we calculate as follows:

$$F = \frac{S_{resp.}^2}{S^2\{\bar{y}\}} = \frac{13.31087}{9.89899} = 1.344669$$

$$V_1 = N - d = 11 - 9 = 2; \quad V_2 = N(n - 1) = 11(3 - 1) = 22$$

The tabular value of the Fisher criterion at $q = 0.05$ is equal to the following:

$$F = 1.344669 < F_{1-q}(2, 22) = 3.44$$

Therefore, the hypothesis about the compatibility of the mathematical model and the response function does not contradict the observational results[8].

After converting the factors from their coded values to their natural values and making appropriate changes, the mathematical model representing the process of using micro-hydroelectric power plants in agricultural electricity supply looks like this:

$$P = 483.258b - 181.9222v + 2.1752z - 21.56bv + 2.5bz + 0.86vz - 132.916b^2 + 60.4164v^2 - 0.081z^2 - 61.9424$$

Conclusion. In the process of optimizing the parameters of the micro-hydropower plant water wheel intended for agricultural electricity supply, the most influential factors were identified as follows: the water wheel length $b = 1.7$ m, the water flow velocity $v = 2.9$ m/s, and the number of blades $z = 12$. At these parameter values, the output power reached its optimal level of 345.1 W. The factors were studied within the following ranges:

$$1 \leq b \leq 2 \text{ m}; \quad 2 \leq v \leq 3 \text{ m/s}; \quad 6 \leq z \leq 12.$$

The reproducibility of the experimental results was evaluated using the Cochran criterion. The significance of the regression equation coefficients was verified using the Student's t-test, and the adequacy of the mathematical model with respect to the response function was assessed using Fisher's criterion.

References:

1. Bokiev A, Sultonov S, Nuralieva N and Botirov A 2023 Design of mobile electricity based on solar and garland micro hydro power plant for power supply in Namangan region mountain areas, *E3S Web of Conferences*, 365, no. 04003, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336504003>
2. Rajabov A, Bokiev A, Nuralieva N and Sultonov S 2020 Mobile power supply for drip irrigation systems, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 883(1), no.012109, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012109>
3. Kodirov D and Tursunov O 2019 Calculation of Water Wheel Design Parameters for Micro Hydroelectric Power Station, *E3S Web of Conferences*, 97, no. 05042, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705042>
4. Kodirov D et al., 2019 The implementation of small-scale hydropower stations in slow flow micro-rivers: A case study of Uzbekistan, *E3S Web of Conferences*, 135, no. 01036 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501036>
5. Muhammadiev A et al., 2020, Liner motor drive of cattle farm feeders *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614(1), no.012013, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012013>
6. Butuzov A et al., 2024 Uzbekistan: traditions and achievements of renewable energy, *Journal of Environment Earth and Energy Study (JEEES)*, no. 1, page 4-17, <https://doi.org/10.24412/2658-6703-2024-1-4-20>
7. Blinov B, 1963 Garland hydroelectric power stations. – Moscow: textbook, Gosenergoizdat(mass radio library vol. 460).
8. Zhivotovsky B A 1995 Low-power hydroelectric power plants: Textbook for universities specializing in "Hydraulic engineering. Moscow : Publishing House of the Russian University of Friendship of Peoples 179 pfge, ISBN 5-209-00749-9.

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ,
ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ
БУХОРО ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**Бухоро давлат техника университети нашри
“ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ”**

Илмий-техникавий журнал

2025 йил, 6-сон. ISSN 1281-8193

Журнал таҳририят компютерида саҳифаланди.

Манзил: 200117, Бухоро ш., Қ.Муртазоев кўчаси 15.

Тел: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Издатель: Бухарский государственный технический университет

«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Научно-технический журнал

Выпуск 6, 2025. ISSN 1281-8193

Отредактирована на компьютере редакции.

Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.

Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Publisher: Bukhara State Technical University

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Scientific and Technical Journal

Issue 6, 2025. ISSN 1281-8193

Yedited on the yeditorial computer.

Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15

Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>